

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10146750

(43)Date of publication of application: 02.06.1998

(51)Int.Cl.

B24B 37/00
H01L 21/304
H01L 21/3205

(21)Application number: 08301737

(22)Date of filing: 13.11.1996

(71)Applicant:

(72)Inventor:

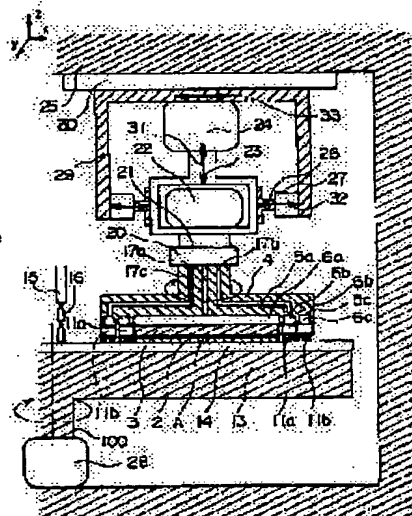
HITACHI LTD
OKAWA TETSUO
SATO HIDEMI
KOJIMA HIROYUKI
URUSHIBARA MARIKO

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a cutting blade having favorable cutting ability which is less apt to be deteriorated on a work surface of a polishing tool.

SOLUTION: On an end surface of a chuck 4, cavity parts 5b, 5c are formed along an outer circumference, and air bags 6b, 6c are filled inside them. A grinding wheel 11a of a small grain size for dressing is installed on a surface of one air bag 6b, and a grinding wheel 11b of a large grain size for dressing is installed on a surface of the other air bag 6c. Supply air holes in the air bags 6a, 6b, 6c are respectively connected to flow passages 17a, 17b, 17c connecting the cavities 5a, 5b, 5c to a slip ring 20. A CNC device controls a valve of the slip ring 20 for gas distribution based on surface form data of a polishing pad 14 inputted from a stylus type surface roughness gauge by real time, so air is charged into the air bags 6a, 6b, 6c, and the grinding wheels 11a, 11b for dressing are respectively pressed to a work surface of the pad 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-146750

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

A

H 0 1 L 21/304

3 2 1

H 0 1 L 21/304

3 2 1 A

21/3205

21/88

3 2 1 E

K

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-301737

(22) 出願日

平成8年(1996)11月13日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大川 哲男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 佐藤 秀己

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 小島 弘之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

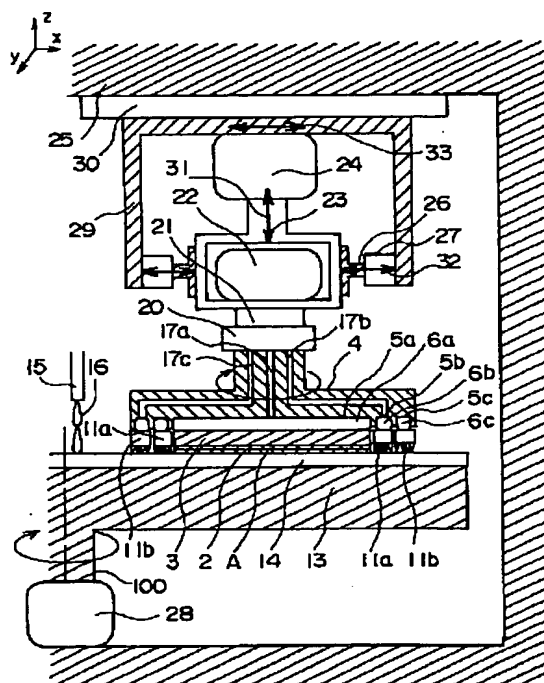
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】 研磨工具の作業面に、切れ味が良好で劣化しにくい切れ刃を形成する。

【解決手段】 チャック4の端面には、外周に沿って、空洞部5b、5cが形成されており、それらの内部に、エアバック6b、6cが詰め込んである。一方のエアバック6bの表面には、小粒度のドレス用砥石11aが取付けられ、他方のエアバック6cの表面には、大粒度のドレス用砥石11bが取付けられている。各エアバック6a、6b、6cの給気孔は、各々、空洞部5a、5b、5cとスリップリング20との間をつなぐ流路17a、17b、17cに連結されている。CNC装置は、スタイラス式表面粗さ計からリアルタイムに入力されてくる研磨パッド14の表面形状データに基づいて気体分流通スリップリング20のバルブを制御し、各エアバック6a、6b、6cの内部に空気をそれぞれ充填して、研磨パッド14の作業面に各ドレス用砥石11a、11bをそれぞれ押し当てる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】CMPによりウェハの表面を平坦化する平坦化工程を有する半導体装置の製造方法であって、前記平坦化工程において、少なくとも前記ウェハの表面を研磨する研磨工具が劣化した場合に、切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具を、同時に、または、切れ刃先配列の大きな種類のドレス用工具から順番に用いて前記研磨工具をドレッシングすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】研磨工具と加工物とを摺動させて前記加工物を研磨し、少なくとも前記加工物との摺動により前記研磨工具が劣化した場合に、ドレス用工具を用いて前記研磨工具をドレッシングする研磨方法であって、前記ドレス用工具として、切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具を同時に、または、切れ刃先配列の大きな種類のドレス用工具から順番に用いて、前記研磨工具をドレッシングすることを特徴とする研磨方法。

【請求項3】加工物と研磨工具との間に相対的な運動を与えて前記研磨工具の作業面で前記加工物の表面を研磨する研磨装置であって、切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具と、指示に従って、指示された種類のドレス用工具を、指示された大きさの押圧力で、前記研磨工具の作業面に押し当てる加圧手段と、前記加圧手段が前記研磨工具の作業面に押し当てたドレス用工具と、前記研磨工具との間に相対的な運動を与える移動手段と、前記加圧手段に、前記研磨工具の作業面に押し当てるドレス用工具の種類と、当該種類のドレス用工具を前記研磨工具の作業面に押し当てる押圧力の大きさと、当該種類のドレス用工具の前記研磨工具の作業面への押当とを指示する制御手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項4】請求項3記載の研磨装置であって、前記2種類以上のドレス用工具を前記加工物と共に保持する保持具を備え、前記移動手段は、前記保持具と前記研磨工具との間に相対的な運動を与えて、前記研磨工具と当該研磨工具の作業面に押し当てられたドレス用工具との間に前記相対的な運動を与えると共に前記加工物と前記研磨工具との間に前記相対的な運動を与えることを特徴とする研磨装置。

【請求項5】請求項3または4記載の研磨装置であって、前記制御装置は、前記2種類以上のドレス用工具の内から切れ刃先配列の粗さの大きな種類のドレス用工具から順番に前記研磨工具の作業面に押し当てられるように、前記加圧手段に前記ドレス用工具の種類を指示すること

を特徴とする研磨装置。

【請求項6】請求項3、4または5記載の研磨装置であって、研磨加工中に、前記研磨工具の作業面の表面形状をインプロセス計測するセンサを備え、研磨加工中に、前記制御手段は、予め決めた目標表面形状と前記センサが測定した表面形状との差分に応じて、前記ドレス用工具の種類と前記押圧力の大きさと前記押当とを前記加圧手段に指示することを特徴とする研磨装置。

【請求項7】請求項3または6記載の研磨装置であって、前記制御手段は、研磨加工時間の経過に応じて前記加圧手段に指示するドレス用工具の種類毎に当該種類のドレス用工具を前記研磨工具の作業面に押し当てる期間を定めることを特徴とする研磨装置。

【請求項8】請求項3または7記載の研磨装置であって、前記移動手段は、前記研磨工具の作業面に押し当てられたドレス用工具が当該研磨工具の作業面に対して一定の回転速度で移動するように、前記研磨工具と当該研磨工具の作業面に押し当てられたドレス用工具との間に前記相対的な運動を与えることを特徴とする研磨装置。

【請求項9】請求項3または8記載の研磨装置であって、前記加圧手段は、内部に供給される気体で膨張して前記各ドレス用工具をそれぞれ前記研磨工具の作業面に押し当てる力を発生する複数のエアバッグと、前記エアバッグに供給される前記気体の流量を制御するバルブとを備え、前記制御手段は、前記バルブの開度を制御することを特徴とする研磨装置。

【請求項10】加工物を研磨する作業面を有する研磨工具と、切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具と、端面で前記2種類以上のドレス用工具を前記加工物と共に保持する保持具と、前記保持部材の端面を前記研磨工具の作業面に押し当てる加圧手段と、前記研磨工具と当該研磨工具の作業面に端面を押し当てられた保持部材との間に相対的な運動を与える移動手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項11】請求項3または11記載の研磨装置であって、前記切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具は、粒度の異なる砥石であることを特徴とする研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層配線の層間絶縁膜及び金属膜の平坦化技術に関する。

【0002】

【従来の技術】多層配線技術において主要課題とされている層間絶縁膜(SiO₂)の平坦度の改善を実現する加工方法として、層間絶縁膜との固相反応性に富んだ研磨液を用いて層間絶縁膜の表面を研磨するCMP(Chemical Mechanical Polishing)が知られている。

【0003】さて、CMP加工においては、研磨加工の進行に伴う研磨パッドの作業面の劣化によって、設定研磨量よりも実研磨量が小さくなるという問題がある。そこで、こうした問題を解決するために、従来、研磨パットのドレッシング技術の改善が数多く試みられている。その内の一つとして、以下に示す特開平7-297195号公報記載の「半導体装置の平坦化方法及び平坦化装置」が知られている。

【0004】さて、特開平7-297195号では、従来のCMP加工においては、研磨加工の進行に伴う研磨パットの作業面の劣化によって研磨パットの作業面上に局所的に砥粒を保持できない領域が発生するため、安定した研磨能率が維持することができないという問題が提起されている。更に、単に、層間絶縁膜の表面の平坦性を確保するだけでなく、層間絶縁膜の膜厚の均一性を確保する必要があることも述べられている。

【0005】そこで、特開平7-297195号では、研磨加工中に、ダイヤモンドドレッサ等を用いて研磨パッドを絶えずドレッシングし続けて、研磨パッドの作業面上の毛羽立ちの状態を一樣に維持することによって、上記問題の解決を図っている。更に、研磨パッドの作業面をウェハの曲率と等しい曲率の曲面形状に整形し、この曲面形状を層間絶縁膜の表面に転写することによって、層間絶縁膜の膜厚の均一性を確保している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】さて、CMP加工では、研磨パットの作業面上における切れ刃分布(特に、深さ方向の切れ刃分布)の相違によって、研磨パットの寿命や研磨仕上げ面の表面粗さが大きく左右されることが知られている。ところが、特開平7-297195号では、ドレッシングによって研磨パッドの作業面上を一樣な状態に維持することだけが着目されており、ドレッシングによって研磨パットの作業面上に安定で緻密な切れ刃配列を形成する必要があることが全く考慮されていない。従って、必ずしも、良好な研磨仕上げ面を創成できるとは限らない。また、予想外に早く研磨パットの劣化が進行する可能性もある。

【0007】そこで、本発明は、研磨工具の作業面に、劣化しにくく、切れ味の良好な緻密な切れ刃配列を形成することを第一の目的とする。また、研磨加工中に、こうした切れ刃配列を維持することにより、研磨能率の安

定化を図ることを第二の目的とする。

【0008】ところで、ドレス主導形の研磨加工においては、ドレス条件の最適点を把握することができれば、研磨工具に優れた研磨性能を発揮させつつ、且つ、より経済的な研磨加工を行うことができることが一般に知られている。従って、ドレス主導形の研磨加工においては、ドレス条件の最適点の把握が重要な課題とされている。

【0009】そこで、本発明は、研磨加工中に、ドレス条件の最適点の把握を可能とすることを第三の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、CMPによりウェハの表面を平坦化する平坦化工程を有する半導体装置の製造方法であって、前記平坦化工程において、少なくとも前記ウェハの表面を研磨する研磨工具が劣化した場合に、切れ刃配列の粗さの異なる2種類以上のドレス用工具を、同時に、または、切れ刃先配列の大きな種類のドレス用工具から順番に用いて前記研磨工具をドレッシングすることを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

【0011】本半導体装置の製造方法によれば、切れ刃配列の粗さの異なるドレス用工具により、研磨工具の作業面をドレッシングすることができる。そこで、例えば、最初に、図3(b)に示すように、切れ刃配列の大きなドレス用工具を用いて、研磨工具の作業面を粗くドレッシングした後、更に、図3(c)に示すように、切れ刃配列の小さなドレス用工具を用いて、深さ方向の切れ刃分布を修正するようにすれば、研磨工具14の作業面上に、加工物Aの表面に実質的な研磨作用を与える緻密な刃先39aを有し、且つ、安定に研磨液16を保持する溝部9bを有する切れ刃39を再生することができる。また、加工物Aの表面に実質的な研磨作用を与える刃先39aが非常に緻密で、加工物Aと切れ刃39との有効接触幅が大きいため、切れ刃が摩耗しにくい。

【0012】また、研磨加工中に、このような2種類のドレス用工具によるドレッシングを、研磨工具の作業面に対して定期的に又は継続的に施すようにすれば、上記緻密で安定な切れ刃配列を維持することができる。

【0013】更に、研磨加工中にセンサで前記研磨工具の作業面の表面形状をインプロセス計測するようにすれば、このセンサの出力に基づいて研磨工具の研磨性能の作業面の状態をリアルタイムに把握できるようになるため、研磨加工中に、ドレス条件の最適点を検出することが可能となる。そして、このドレス条件の下で、研磨工具の作業面に対して、上記2種類のドレス用工具によるドレッシングを施すようにすれば、研磨工具の優れた研磨性能を維持しつつ、研磨加工の経済性を向上させることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る一実施の形態について説明する。

【0015】本研磨装置は、CNC装置の制御に従って、研磨パッドの作業面上への研磨液の供給と、研磨パッドの作業面に対する加工物の押圧と、研磨パッドの作業面と加工物の表面との摺動運動を実行して、研磨液による機械的研磨作用と化学的研磨作用の相乗効果によって加工物の表面の微細な凹凸を除去することにより、最終的に、加工物の表面を鏡面仕上げするCMP研磨機能を有する。また、更に、研磨加工中、定期的に、または、継続的に、研磨パットの作業面に対してドレッシングを施すドレッシング機能を有する。

【0016】以下、図1により、本研磨装置の基本構成を各機能毎に分けて説明する。

【0017】最初に、上記CMP研磨機能を実現するための基本構成について説明する。

【0018】本研磨装置は、研磨パッド14を貼付した研磨定盤13と、研磨定盤13が取り付けられた工具軸100を回転させる砥石軸回転機構と、加工物Aを保持するチャック4と、チャック4が取り付けられた主軸21を回転させる主軸回転機構と、主軸21を収納した研磨ヘッドをx方向に移動させる送り機構と、主軸ヘッドから主軸21を出し入れする切り込み機構と、研磨パッド14の作業面14aに加工物Aを押し当てる加圧機構(図2参照)と、研磨パッド14の作業面14a上に研磨液16aを供給する研磨液供給機構と、各機構を制御するCNC装置35とを備える。但し、研磨液16には、加工物Aと固相反応性に富んだスラリーを使用する必要がある。例えば、Siウエハ上に形成された層間絶縁膜を研磨する場合には、アルカリ性溶液に粒径約30nmのSiO₂砥粒を約20%程度混入させたスラリー、または、酸化セリウム砥粒を約20%程度混入させたスラリーを使用することが望ましい。また、Siウエハ上に形成された金属膜を研磨する場合には、酸性溶液に酸化セリウム砥粒やアルミナ砥粒を約20%程度混入させたスラリーを使用することが望ましい。そして、研磨パッド14には、耐摩耗性と耐有機溶剤性とに優れた合成樹脂で形成された研磨パッドを使用する必要がある。例えば、Siウエハ上に形成された層間絶縁膜を研磨する場合には、硬質発砲ポリウレタン系の合成樹脂で形成された研磨パッドを使用することが望ましい。

【0019】研磨液供給機構は、専用モータ(不図示)でポンプ(不図示)を駆動することによって、本研磨装置のベース25内に設けられたタンク(不図示)に充填されている研磨液16を、研磨液供給管15から研磨パッド14の作業面14aに向けて放出する。尚、研磨パッド14の作業面14a上に研磨液16が適量づつ供給されるように、研磨液供給管15には、研磨液16の流量を調節するバルブ(不図示)が取付けられている。そして、このバルブの開度は、CNC装置35により制御されて

いる。

【0020】また、工具回転機構は、サーボモータ28の出力を、減速機(不図示)を介して工具軸100に伝達することによって、工具軸100を回転させる。尚、工具軸100の回転速度の変動が抑制されるように、サーボモータ28は、速度コントローラ(不図示)によって速度制御されている。

【0021】また、主軸回転機構は、サーボモータ22の出力を、減速機(不図示)を介して、主軸21に伝達することによって、主軸21を回転させる。尚、主軸21の回転速度の変動が抑制されるように、サーボモータ22は、速度コントローラによって速度制御されている。

【0022】また、送り機構は、サーボモータ(不図示)の出力を、減速機(不図示)を介して、研磨ヘッド送り用ボールネジ30に形成されたスプラインに伝達することにより、研磨ヘッド29をx方向に移動させる。そして、サーボモータの回転角は、CNC装置35により数値制御されている。

【0023】また、切り込み機構は、エアシリンダ24の出力を主軸出入調節用クイル23に伝達することによって、研磨ヘッド29から主軸21を出し入れする。尚、主軸21の軸心位置の保持と、切り込み機構が加工物Aに与える切り込み量の維持のため、研磨ヘッド29の内周の複数箇所(通常、3個または5個)に設けられたストッパ26が、各エアシリンダ27の出力で、主軸出入調節用クイル23の移動を完全に拘束するようになっている。

【0024】尚、加工物Aを保持するチャック4と、加工物Aを研磨パッド14の作業面14aに押し当てる加圧機構は、それぞれ、ドレス用工具の保持具としての機能と、ドレス用工具を研磨パッド14の作業面14aに押し当てる加圧機構としての機能を兼ねているので、それらの構造については、後にまとめて説明することとする。

【0025】次に、図1及び図2により、上記ドレッシング機能を実現するための基本構成について説明する。

【0026】本研磨装置は、図2に示すように、研磨パッド14の作業面14aの表面形状をインプロセス計測するスタイラス式表面粗さ計57と、研磨パッド14の作業面14a上でスタイラス式表面粗さ計57をx方向に往復移動させるスライダ(不図示)と、互いに粒度の異なる2種類以上のドレス用砥石(本実施の形態では、2種類のドレス用砥石11a, 11b)と、研磨パッド14の作業面14aに各ドレス用砥石11a, 11bを押し当てる加圧機構(不図示)とを備える。

【0027】スタイラス表面粗さ計57は、研磨パッド14の回転と、スライダがスタイラス表面粗さ計57に与えるx方向への往復移動とによって、研磨パッド14の作業面14a上で相対的に旋回しながら移動する。それに伴い、スタイラス表面粗さ計57のスタイラス57

bが研磨パッド14の作業面14a上を走査するため、研磨パッド14の作業面14aの表面粗さが全面に渡って測定される。そして、スタイラス式表面粗さ計57からの出力信号 K_1 は、AD変換器でデジタル形状データ K_1 に変換された後、CNC装置35へと入力される。尚、研磨パッド14の作業面14a上をスタイラス表面粗さ計57がスムーズに相対移動するように、スタイラス表面粗さ計57の下面57aには、摩擦係数が小さい摺動面が形成されている。

【0028】また、チャック4の端面には、図1に示すように、外周に沿って、空洞部5b、5cが形成されており、それらの内部には、エアバッグ6b、6cが詰め込まれている。そして、一方のエアバッグ6bの表面には、粒度の小さなドレス用砥石11aが一個以上取付けられており、他方のエアバッグ6cの表面には、粒度の大きなドレス用砥石11bが一個以上取付けられている。尚、これとは逆に、一方のエアバッグ6bの表面の方に、粒度の大きなドレス用砥石11bを取付け、他方のエアバッグ6cの表面の方に、粒度の小さなドレス用砥石11aを取付けてるようにしても構わない。また、チャック4の端面には、更に、中央領域にも空洞部5aが形成されており、その内部にもエアバッグ6aが詰め込まれている。そして、このエアバッグ6aの表面には、加工物Aを吸着する支持体2を貼付した剛性部材3が取付けられている。尚、各エアバッグ6a、6b、6cの給気孔は、それぞれ、自身が詰め込まれている空洞部5a、5b、5cと気体分流用スリップリング20との間をつなぐ流路17a、17b、17cの流路端に連結されている。

【0029】また、加圧機構は、CNC装置35の気体分流用スリップリング用バルブの開度制御によって、外部のコンプレッサと各流路17a、17b、17cとの間をつなぐ流路が開放されると、外部のコンプレッサから供給される気体(例えば、 N_2 、空気等)を各エアバッグ6a、6b、6cの内部にそれぞれ充填させる。CNC装置35によって、それにより、エアバッグ6aが膨張すれば、加工物Aと研磨パッド14の間に働いている研磨圧が増加し、エアバッグ6bが膨張すれば、ドレス用砥石11aと研磨パッド14との間に働いている研磨圧が増加し、エアバッグ6cが膨張すれば、ドレス用砥石11bと研磨パッド14との間に働いている研磨圧が増加する。更に、加圧機構は、CNC装置35の気体分流用スリップリング用バルブの開度制御によって、外部と各流路17a、17b、17cとの間をつなぐ排気流路を開放されると、各エアバッグ6a、6b、6cに充填している気体を外部に排出させる。それにより、エアバッグ6aが萎めば、加工物Aと研磨パッド14の間に働いている研磨圧が減少し、エアバッグ6bが萎めば、ドレス用砥石11aと研磨パッド14との間に働いている研磨圧が減少し、エアバッグ6cが萎めば、ドレス用

砥石11bと研磨パッド14との間に働いている研磨圧が減少する。

【0030】以下、図2により、研磨加工中にCNC装置35が実行する処理について説明する。

【0031】CNC装置35は、加工研磨液16が研磨パッド14の作業面14a上への研磨液16の供給が開始されるように研磨液供給機構を制御すると共に、加工物Aに所定の切り込みが与えられるように切り込み機構を制御する。更に、研磨パッド14と加工物Aとの間に研磨圧が発生するように加圧機構を制御してから、加工物Aの表面と研磨パッド14の作業面14aとの摺動が開始されるように工具回転機構と主軸回転機構と送り機構とを制御する。尚、本実施の形態では、研磨パッド14の作業面14a上の外周付近の周速と回転中心付近の周速との相違を考慮して、加工物Aが研磨パッド14の回転中心に近づくにつれて、研磨ヘッド29の送り速度 v を減速させることとしている。

【0032】そして、その間、更に、CNC装置35は、スタイラス式表面粗さ計57側からリアルタイムに入力されてくるデジタル形状データ K_1 と、予め定めた目標作業面形状データ K との差分 ΔK を逐次算出する。尚、ここでいう目標作業面形状データ K とは、研磨パッドの作業面の理想的な表面形状を表している形状データのことである。そして、算出した差分 ΔK と閾値とを比較して、研磨加工中の研磨パッドの研磨性能の推移を判定する。即ち、差分 ΔK が第一閾値以上となった場合に、研磨パッドの研磨性能が劣化したと判定し、以下のドレッシング処理を実行する。

【0033】まず、CNC装置35は、加圧機構のエアバッグ6bに供給すべき気体の流量を算出し、その結果に基づいて、加圧機構の気体分流用スリップリング用バルブの開度を制御することによって、外部のコンプレッサと流路17bとの間をつなぐ流路を開放させる。その結果、外部のコンプレッサから供給される気体でエアバッグ6bが膨張し、粒度の大きなドレス用砥石11aと研磨パッド14の作業面14aとの間に研磨圧が発生する。これにより、研磨パッド14の作業面14aには、粒度の大きなドレス用砥石11aによるドレッシングが施される。そして、CNC装置35は、差分 ΔK を適当な付加比率(9%程度)で閾値処理し、それが第二閾値以下となった時点で、エアバッグ6cに供給すべき気体の流量を算出し、その結果に基づいて、加圧機構の気体分流用スリップリング用バルブの開度を制御することによって、外部と流路17bとの間をつなぐ排気流路を開放させると共に、コンプレッサと流路17cとの間をつなぐ流路を開放させる。その結果、エアバッグ6bの内部の気体が外部に排出されて、エアバッグ6bが萎み、粒度の大きなドレス用砥石11bによるドレッシングが終了する。一方、コンプレッサから供給される気体でエアバッグ6cが膨張し、粒度の小さなドレス用砥石11b

と研磨パッド14の作業面14aとの間に研磨圧が発生する。これにより、研磨パッド14の作業面14aには、更に、粒度の小さなドレス用砥石11aによるドレッシングが施される。そして、CNC装置35は、差分 ΔK が第三閾値以下となった時点で、加圧機構の気体分流用スリップリング用バルブの開度を制御することによって、外部と流路17cとの間をつなぐ排気流路を開放させる。その結果、エアバッグ6cの内部の気体が外部に排出され、エアバッグ6cが萎み、粒度の小さなドレス用砥石11bによるドレッシングも終了する。

【0034】こうした一連の処理を実行することにより、研磨加工の進行に伴う研磨パッド14の研磨性能の劣化の度合いに応じて、適宜、研磨パッド14の作業面14aに対してドレッシングを施すことができる。即ち、最適ドレス点で、研磨パッド14の作業面14aに対するドレッシングを実行することができる。従って、研磨パッド14の優れた研磨性能を維持しつつ、研磨加工の経済性を向上させることができる。

【0035】尚、本実施の形態では、CNC装置35は、スタイラス式表面粗さ計からの出力データに基づいて、気体分流用スリップリング20に取付けられたバルブを制御しているが、必ずしも、このようにする必要はない。例えば、実験データ等から、2種類のドレス用砥石11a、11bの最適ドレス間隔を予め定めておいても構わない。尚、この場合には、研磨加工の進行と共に1回当たりのドレス時間を徐々に延長してゆくことより効果的である。また、スタイラス式表面粗さ計に代えて、例えば非接触式のレーザ表面粗さ計等の他の方式の表面粗さ計を使用しても構わない。

【0036】ここで、こうしたドレッシング処理による切れ刃再生効果の理解を助けるため、研磨パッド14の作業面14aの表面状態の推移を簡単にまとめておく。

【0037】研磨加工中、研磨パッド14の作業面14aの切れ刃37が、図3(a)に示すように著しく摩耗した場合に、CNC装置35は、研磨パッド14の研磨性能が劣化したことを判定し、加圧機構の気体分流用スリップリング用バルブの開度を制御する。そこで、研磨パッド14の作業面14aには、粒度の大きなドレス用砥石11aによるドレッシングが施される。その結果、図3(b)に示すように、研磨パッド14の作業面14aには、比較的切れ刃配列の粗い切れ刃38が形成される。この時点で、CNC装置35は、加圧機構の気体分流用スリップリング用バルブの開度を制御する。そこで、研磨パッド14の作業面14aには、更に、粒度の小さなドレス用砥石11bによるドレッシングが施される。その結果、図3(c)に示すように、深さ方向sの切れ刃分布が修正され、最終的には、研磨パッド14の作業面14aには、加工物Aの表面に実質的な研磨作用を与える緻密な刃先39aを有し、且つ、安定に研磨液16を保持する溝部9bを有する切れ刃39が再生される。

【0038】尚、こうした切れ刃配列を有する研磨パッド14が、従来のCMP加工において一般的に行われている種類のドレス用砥石を用いてドレッシングした研磨パッドの研磨性能よりも格段に優れていることは、この2つの研磨パッドを実際に使用し比べてみれば明らかである。

【0039】そこで、このことを立証すべく、表面に層間絶縁膜が形成された6インチSiウエハを研磨対象として、以下に示す条件の下で比較実験を行った。尚、研磨量算出のために、研磨加工開始時に、光干渉式膜厚計を用いて、複数の測定点(ウエハのラジアル方向に31箇所、その他18箇所)で層間絶縁膜の膜厚 T_0, \dots, T_{41} を予め測定しておく。

【0040】研磨条件：

工具軸の回転角速度 約20rpm
主軸の回転角速度 約20rpm
加工物の送り速度 2~5mm/sec
研磨加工時間 10分間
研磨荷重 60kg

研磨パッドのドレス条件：

ドレス用工具 (A) 2種類のドレス用砥石(粒径125 μ m、粒径60 μ m)

(B) 1種類のドレス用砥石のみ(粒径125 μ m)

ドレスタイミング 研磨加工開始時

研磨加工終了後、再度、層間絶縁膜の膜厚

T_0', \dots, T_{41}' を測定し、数式(1)を用いて研磨量Vを算出した後、更に、数式(2)を用いて研磨量Vのバラツキ ΔV を算出した。

【0041】

$$V_k = T_k - T_k' \quad \dots(1)$$

$$\Delta V = \pm 100 (V_{\max} - V_{\min}) / (2 V_{\text{ave}}) \quad \dots(2)$$

ここで、kは、49以下の自然数であり、 V_{\max} は、最大研磨量であり、 V_{\min} は、最小研磨量であり、 V_{ave} は、平均研磨量($\Sigma V / 49$)である。

【0042】その結果、図4に示すように、1種類のドレス用砥石(B)だけを用いた場合には、研磨量Vのバラツキ ΔV が $\pm 19\%$ も生じていたことに対して、2種類のドレス用砥石(A)を併用した場合には、研磨量VのバラツキVが $\pm 2.8\%$ 以下に抑制されていた。両結果を比較すれば、2種類のドレス用砥石(A)を併用したことによって、加工物の研磨量の安定化が達成されたことは明らかである。このように、1種類のドレス用砥石(B)だけを用いた場合と、2種類のドレス用砥石(A)を併用した場合とで顕著な相違を生じるのは、1種類のドレス用砥石(B)でドレッシングを施すだけでは、研磨パッド14の作業面14aにおける深さ方向sの切れ刃分布のバラツキが大き過ぎるため、実質的に加工物Aに研磨作用を及ぼす切れ刃の数が非常に少ないからである(図5参照)。

【0043】また、図6に示すように、1種類のドレス

用砥石(B)だけを用いた場合には、研磨加工初期における研磨パッドの研磨能率が $0.1\mu\text{m}/\text{min}$ であったことに対して、2種類のドレス用砥石(A)を併用した場合には、研磨加工初期における研磨パッドの研磨能率が約 $0.14\mu\text{m}/\text{min}$ にまで向上していた。両結果を比較すれば、2種類のドレス用砥石(A)を併用することによって、研磨パッドの研磨能率の向上が達成されたことは明らかである。また、1種類のドレス用砥石(B)だけを用いた場合には、研磨加工初期から研磨加工終盤迄の間に研磨パッドの研磨能率が約20%も低下していたことに対して、2種類のドレス用砥石(A)を併用した場合には、研磨加工初期から研磨加工終盤迄の間の研磨パッドの研磨能率が約7%に抑制されていた。両結果を比較すれば、2種類のドレス用砥石(A)を併用したことによって、研磨パッドの研磨能率の安定化と寿命の延長が達成されたことは明らかである。このように、1種類のドレス用砥石(B)だけを用いた場合と、2種類のドレス用砥石(A)を併用した場合とで顕著な相違を生じるのは、1種類のドレス用砥石(B)でドレッシングを施すだけでは、研磨パッド14の作業面14aにおける切れ刃配列が粗過ぎるため、加工物Aと切れ刃の有効接触幅が非常に少ないからである。

【0044】また、更に、図7に示したように多層配線プロセスに本研磨装置を実際に導入し、本研磨装置の性能評価を行った。

【0045】まず、第一配線形成プロセス50において、スパッタ法等により、6インチウエハの表面に、幅 $0.25\mu\text{m}$ の第一A1配線層を形成した後、成膜プロセス51において、ECRプラズマCVD法等により、膜厚 $1.5\mu\text{m}$ の層間絶縁膜を堆積する。その後、第一平坦化プロセス52において、本研磨装置を用いて、層間絶縁膜の表面を鏡面仕上げする。尚、このときの層間絶縁膜の目標膜厚は $0.5\mu\text{m}$ である。

【0046】この時点で、光干渉式膜厚計により層間絶縁膜の膜厚を測定した結果、膜厚バラツキVが $\pm 2.8\%$ 以下に抑制されていることが確認された。また、接触式表面粗さ計と原子間力顕微鏡とにより層間絶縁膜の表面粗さを測定した結果、層間絶縁膜の表面粗さ R_{max} が 0.3nm 以下に抑制されていることが確認された。更に、触針式段差測定計と原子間力顕微鏡とにより、段差部における層間絶縁膜の表面の凹凸の高さを測定した結果、当初高さ $1\mu\text{m}$ であった凹凸の高さ $0.1\mu\text{m}$ 以下にまで平坦化されていることが確認された。尚、以上の各測定値は、幅 $0.25\mu\text{m}$ の超微細配線の層間絶縁膜に通常要求されている条件を難なく満すことができる値である。

【0047】そして、コンタクトホール形成プロセス53において、このように良好な状態に仕上がった層間絶縁膜をエッチングして、第一A1配線層との電気的接続を形成するためのコンタクトホールを形成する。更に、

コンタクトスタッド形成プロセス54において、選択CVD法等によって、コンタクトホールに導電体(例えば、タングステン等)を埋め込んでコンタクトスタッドを形成する。

【0048】その後、第二平坦化プロセス55において、本研磨装置を用いて、一般に凹凸が激しいとされている選択CVD法で形成したコンタクトスタッドの表面を鏡面仕上げする。

【0049】この時点で、接触式表面粗さ計と原子間力顕微鏡とによりコンタクトスタッドの表面粗さを測定した結果、コンタクトスタッドの表面粗さ R_{max} が 0.3nm 以下に抑制されていたことが確認された。これは、コンタクトスタッドの表面が、幅 $0.25\mu\text{m}$ の超微細配線に適した良好な状態に仕上げられてることを示す値である。更に、原子間力顕微鏡により層間絶縁膜の表面を観察したところ、層間絶縁膜上に不要な導電体膜が全く発見されなかったことから、コンタクトホール形成プロセス53で層間絶縁膜上の微小な欠陥を核として成長した不要な導電体膜が、第二平坦化プロセスにおいて除去されたと推測される。

【0050】その後、第二配線形成プロセス56において、スパッタ法等により、幅 $0.25\mu\text{m}$ の第二A1配線を形成する。

【0051】この時点でコンタクトピア抵抗と配線抵抗とを測定した結果、従来、この時点で発見されることがあったコンタクト抵抗不良と配線不良とが全く発見されなかったことから、本研磨装置の多層配線プロセスへの導入によって、コンタクトホールの形成不良が皆無となったことが容易に推測される。

【0052】以上の結果に基づけば、本研磨装置を多層配線プロセスに導入したことにより、より信頼性の高い半導体装置の製造が可能となったことは明らかである。尚、本研磨加工装置の多層配線プロセスへの適用は、装置性能を評価するために示した一例に過ぎない。従って、高い形状精度を要求される他の部品(例えば、光学素子等)の研磨工程に本研磨加工装置を導入しても、これと同様な有益な効果が達成されることは言うまでもない。

【0053】以上、研磨パッド14に対して加工物Aとドレス用砥石11a, 11bを一体的に相対移動させる場合を例に挙げて説明したが、必ずしも、このようにする必要はない。例えば、図8に示すように、上記主軸送り機構その他の機構から構成された駆動装置と同様な構成を備えたドレス用砥石専用駆動装置50を別途準備し、ドレス用砥石11a, 11bと加工物Aとを独立に駆動するようにしても構わない。尚、この場合であっても、CNC装置35が、スタイラス式表面粗さ計35の出力信号 K_1 に応じて、ドレス用砥石専用駆動装置50の各機構を駆動するサーボモータを制御するようにする必要はあることは言うまでもない。

【0054】また、本実施の形態では、粒度の異なる2種類のドレス用砥石に与える研磨圧を個々に制御しているが、必ずしも、このようにする必要はない。例えば、図9に示すように、セグメント状のドレス用砥石11a, 11bをそれぞれ弾性体41を介してチャック4の端面に固定すれば、各弾性体41の変形により、両方のドレス用砥石11a, 11bと研磨パッド14との間には、研磨パッド14の作業面14aの曲率に応じた適当な研磨圧が与えられる。但し、この場合には、研磨加工中、研磨パッド14の作業面14aに対して、両方のドレス用砥石11a, 11bによるドレッシングが常に施されることになる。また、このように弾性体41を利用する場合には、エアバッグ6b, 6cへの気体供給の便宜を図る必要がないため、チャック4の端面上における両ドレス用砥石11a, 11bのレイアウトを柔軟に決定することができる。従って、例えば、図10に示すように、研磨パッド14の作業面14aに仮想的に描いた円周14b₁上に、セグメント状のドレス用砥石11a, 11bを交互に配置しても構わない。

【0055】また、本実施の形態では、1個の加工物Aだけを研磨加工する装置構成としているが、必ずしもこのような装置構成とする必要もない。例えば、上記主軸回転機構その他の機構から構成された駆動装置を複数設けて、複数の加工物Aを同時に研磨加工する装置構成としても構わない。但し、そのようにする場合には、CMP加工中に、複数の加工物が研磨パッド14の作業上で衝突することがないように、各駆動装置の配置等を適切に定める必要がある。

【0056】また、本実施の形態では、ドレス用工具としてドレス用砥石を使用しているが、適当な硬度を有する材料(セラミックス材等)の表面に、上記ドレス用砥石の作業面の切れ刃配列と同程度の粗さの切れ刃配列を形成したものを、上記ドレス用砥石の代用とすることも可能である。

【0057】また、本実施の形態では、研磨パッドの作業面にドレス用砥石を押し当てる動力源としてエアバッグを使用しているが、必ずしもエアバッグを使用する必要はない。例えば、エアバッグの代わりに、電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換することができる圧電素子等を使用しても構わない。尚、この場合には、気体分流通用スリップリングの代わりに、電流分流通用スリップリングを使用すればよい。

【0058】

【発明の効果】本発明に係る研磨装置及び研磨方法によれば、研磨工具の作業面に、切れ味が良好で、劣化しにくい切れ刃配列を形成することができる。そして、研磨加工中に、こうした切れ刃配列を維持することもできる。

【0059】また、研磨加工中に、ドレス条件の最適点を把握することができる。従って、研磨工具に優れた研

磨性能を発揮させつつ、研磨加工に費やすドレスコストの低減という経済的な効果を得ることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係る研磨装置の基本構成を説明するための図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る研磨装置の基本構成を説明するための図である。

【図3】研磨パッドの作業面状態の推移を示した図である。

【図4】(A)は、1種類のドレス用砥石のみでドレッシングした研磨パッドによる研磨量を測定した結果を示した図であり、(B)は、2種類のドレス用砥石のみでドレッシングした研磨パッドによる研磨量を測定した結果を示した図である。

【図5】1種類のドレス用砥石のみでドレッシングした研磨パッドの作業面状態を示した図である。

【図6】2種類のドレス用砥石のみでドレッシングした研磨パッドの研磨能率の推移Aと、1種類のドレス用砥石のみでドレッシングした研磨パッドの研磨能率の推移Bとを比較するための図である。

【図7】多層配線プロセスを説明するための図である。

【図8】本発明の実施の一形態に係る研磨装置の基本構成を示した図である。

【図9】上図は、本発明の実施の形態に係るチャックの断面図であり、下図は、本発明の実施の形態に係るチャックの下面図である。

【図10】チャックの端面におけるドレス用工具のレイアウトの一例を示した図である。

【符号の説明】

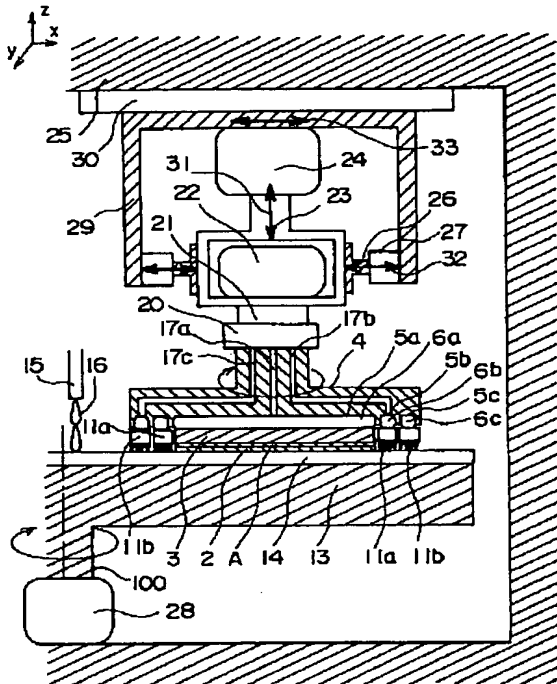
- 2…支持体
- 3…剛性部材
- 4…チャック
- 5a, 5b, 5c…空洞部
- 6a, 6b, 6c…エアバッグ
- 11a, 11b…ドレス用砥石
- 13…研磨定盤
- 14…研磨パッド
- 15…研磨液供給管
- 16…研磨液
- 17a, 17b, 17c…流路
- 20…気体分流通用スリップリング
- 21…主軸
- 22…サーボモータ
- 23…主軸出入調節用クイル
- 24…エアシリンダ
- 25…ベース
- 26…ストッパ
- 27…エアシリンダ
- 28…サーボモータ
- 29…研磨ヘッド

30…研磨ヘッド送り用ボールネジ
35…CNC装置

57…スタイラス式表面粗さ計
100…工具軸

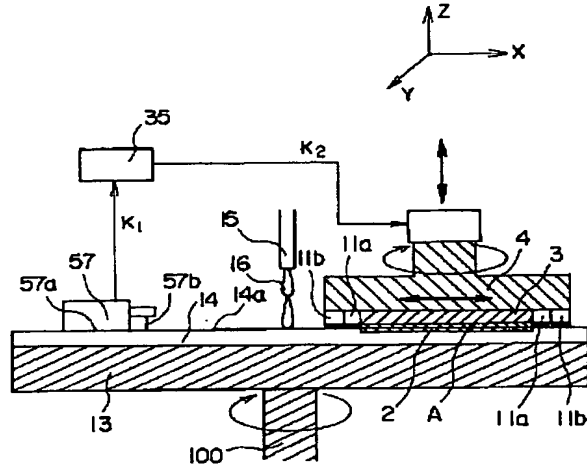
【図1】

図 1



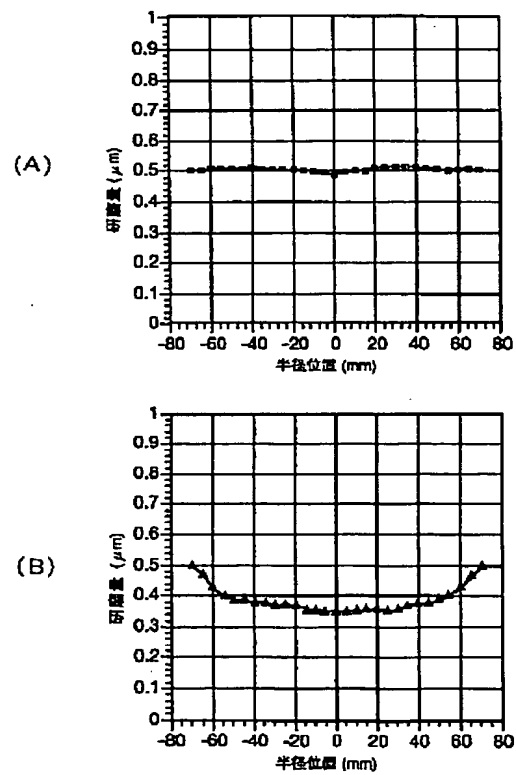
【図2】

図 2



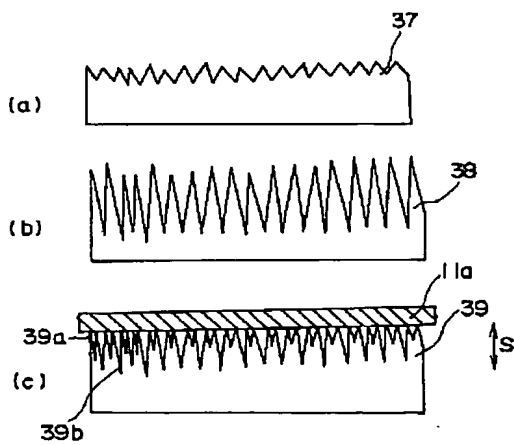
【図4】

図 4



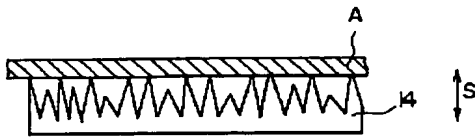
【図3】

図 3



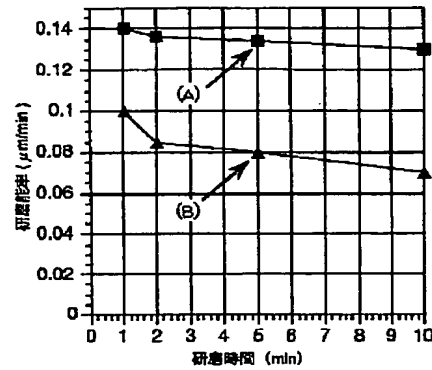
【図5】

図 5



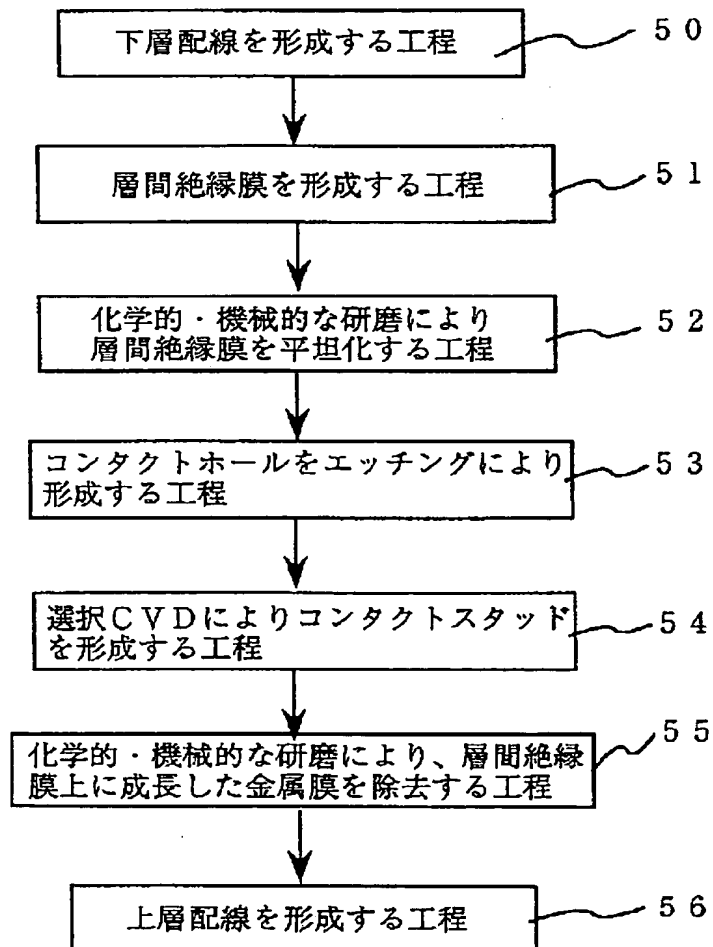
【図6】

図 6



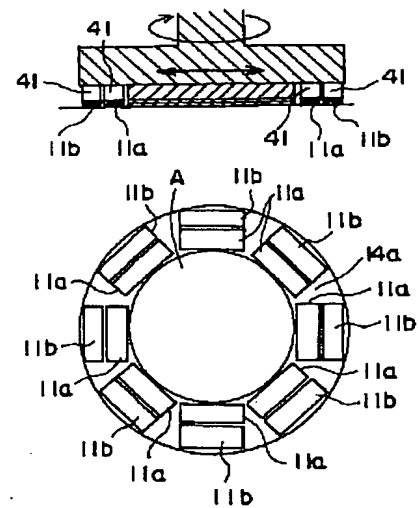
【図7】

図 7



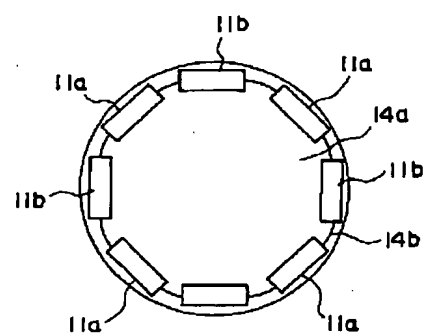
【図9】

図 9



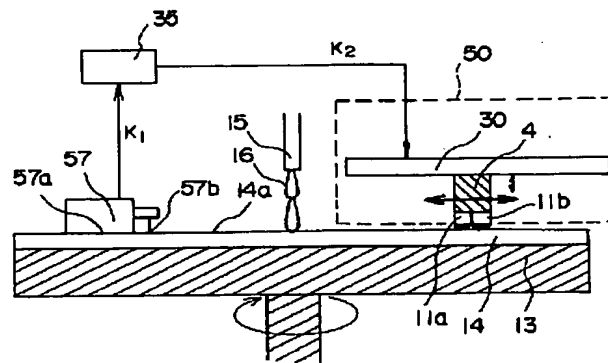
【図10】

図 10



【図8】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 漆原 真理子
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
 式会社日立製作所生産技術研究所内